

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Kazunari Motohashi **Attorney Docket No.** 075834.00409
Serial No.: Herewith
Filed: Herewith
Invention: "MAGNETIC RECORDING MEDIUM"

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

S I R:

Applicant hereby submit a certified copy of Japanese Patent Application Number JP2002-198739 filed July 8, 2002 and hereby claims priority in the attached United States patent application under the provisions of 35 USC §119. Applicant request that the claim-for priority to this previously filed patent application be made of record in this application.

Date: 7/3/02

Respectfully submitted,



Robert J. Depke (Reg. #37,607)
HOLLAND & KNIGHT LLC
131 South Dearborn Street, 30th Floor
Chicago, Illinois 60603
Tel: (312) 422-9050
Attorney for Applicants

503p0784US00

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月 8日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-198739

[ST.10/C]:

[JP 2002-198739]

出 願 人

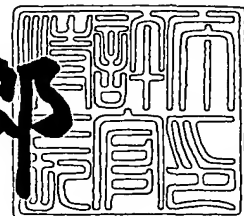
Applicant(s):

ソニー株式会社

2003年 5月20日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3037334

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290308401

【提出日】 平成14年 7月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 05/00
G11B 05/62

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 本橋 一成

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090527

【弁理士】

【氏名又は名称】 館野 千恵子

【電話番号】 03-5731-9081

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011084

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010570

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 長尺状の非磁性支持体の一主面に、真空薄膜形成技術によって形成された膜厚 5 5 n m 以下の磁性層を有する磁気記録媒体であって、

磁気抵抗効果型磁気ヘッド若しくは巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッドを摺動することにより信号の再生が行われるものであり、

上記磁性層の長手方向断面カラム構造における磁性微粒子の成長方向の、上記非磁性支持体の長手方向に対する法線との為す角度を θ とし、上記磁性層初期成長部分における平均角度を θ_i とし、上記磁性層成長終端部分における平均角度を θ_f としたとき、下記の関係の有することを特徴とする磁気記録媒体。

$$\theta_i - \theta_f \leq 25^\circ$$

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は高密度磁気記録媒体に関するものであり、特に、磁気抵抗効果型磁気ヘッド（MRヘッド）、若しくは巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッド（GMRヘッド）を用いたシステムにおいて、信号の再生がなされる磁気記録媒体に係る。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、ビデオテープレコーダー等の分野における磁気記録媒体としては、さらなる高画質化及び高記録密度化を達成するために、直接非磁性支持体上に磁性金属材料、C o - N i 系合金、C o - C r 系合金、C o - C o O 系金属酸化物等の各種磁性材料を真空薄膜形成技術により被着させて磁性層を形成した構成の、いわゆる金属薄膜型の磁気記録媒体が適用されている。

【0 0 0 3】

さらに、上記のような磁気記録媒体の電磁変換特性を向上させ、より大きな出力が得られるようにするため、磁気記録媒体の磁性層を形成するに際し、磁性層を斜方に蒸着する、いわゆる斜方蒸着が提案され、この方法によって磁性層が形

成された磁気記録媒体は、ハイバンド8mmビデオテープレコーダー、デジタルビデオテープレコーダー用の蒸着テープとして実用化されている。

【0004】

上述したような金属薄膜型の磁気記録媒体は、保磁力や角型比に優れ、また磁性層を極めて薄層に形成できることから、短波長領域での電磁変換特性に優れ、記録減磁や再生時の厚み損失が著しく小さい。また、磁性粉を結合剤に分散させた磁性塗料を非磁性支持体に塗布して磁性層を形成するいわゆる塗布型の磁気記録媒体と異なり、磁性層中に非磁性材料である結合剤が混入しないので、強磁性金属材料の充填密度が高められ、高記録密度化を図る際に有利であるという利点を有している。

【0005】

また、斜方蒸着による磁気テープは、例えば長尺状の非磁性支持体を長手方向に走行させ、走行状態で非磁性支持体の一主面側に磁性材料を堆積させて磁性層を形成する方法によって作製され、高い生産性と優れた磁気特性が確保できる。

【0006】

一方、磁気テープ等の磁気記録媒体のデータストリーマーとしての需要が高まるに伴い、さらなる磁気記録媒体の高記録密度化が要求されてきている。さらに記録情報の再生を行う際に用いる磁気ヘッドとして、従来の誘導型ヘッドに代わり磁気抵抗効果型磁気ヘッド(MRヘッド)が適用されるようになってきている。このMRヘッドは磁性層からの微小な漏洩磁束を高感度に検出することができるので、記録密度の向上を図るために有効である。

【0007】

ところで上記MRヘッドは、漏洩磁束に対する感度が飽和する検知限界があり、MRヘッドの設計以上に大きな漏洩磁束を検出することができないため、磁気記録媒体の磁性層膜厚を薄層化することにより最適化することが必要である。

【0008】

さらに、高記録密度化を達成するためには、磁気記録媒体の磁性層を構成する磁性微粒子を微細化することにより、媒体ノイズを低減化させるとともに、高出力化を達成するために磁性微粒子の配向性を達成することが重要である。

上述した斜方蒸着によって磁性層を形成する磁気テープにおいて磁性層を形成する際には、長尺状の非磁性支持体を長手方向に走行させ、走行する非磁性支持体の一主面側に磁性微粒子を堆積させて行う。このとき、磁性微粒子が非磁性支持体に対して入射する角度を最適化させる。また、磁性層形成雰囲気中に酸素や窒素等の反応性ガスを導入することによって磁性微粒子の微細化を図る。これにより磁性層を構成する磁性微粒子の径は5～20 nm程度となっている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したような長尺状の非磁性支持体を長手方向に走行させ、走行する非磁性支持体の一主面に磁性微粒子を堆積させて磁性層を形成する斜方蒸着を用いた磁気テープにおいては、高密度記録化の要請に伴って磁性層の膜厚が従来の200 nm程度から55 nm以下程度になると、磁性層の膜厚方向に含まれる磁性微粒子の数が2～11個程度と少なくなるため、磁性微粒子個々の配向性の離散的な分散が、磁性層全体の磁気特性に与える影響が大きくなり、優れた配向性が得られ難いという問題があった。

【0010】

このような問題は、上述した長尺状の非磁性支持体を長手方向に走行させた状態で非磁性支持体の一主面側に磁性微粒子を堆積させて磁性層を形成する斜方蒸着を用いた方法においては非磁性支持体を円筒状の冷却キャンに沿って進行させながら成膜するので、磁性微粒子を一定の角度を保ったまま非磁性支持体上に堆積させることができないことに起因している。

例えば、デジタルビデオテープ用の磁気テープにおいては、磁性層成膜初期部分においては、非磁性支持体の長手方向に対して平行に近い角度で磁性微粒子が成長し始め、次第に成長方向が非磁性支持体の長手方向に対して立ち上がり、成長角度が大きくなり、磁性層全体として磁性微粒子の成長方向が湾曲したカラム構造となっている。

【0011】

図1 Aおよび図2 Aに、デジタルビデオテープ用磁気テープの、磁性層3中の磁性微粒子3 aの積層状態とその成長方向を矢印で示した概略図を示し、図1 B

、図2Bには、それぞれ図1A、図2Aに対応した磁性微粒子3aの成長方向について、それらの変化をわかり易くするために座標の一の基準点からの矢印に示した。

なお図1A、Bは磁性層3の膜厚を200nm程度とした磁気テープの概略図を示し、図2A、Bは磁性層3の膜厚を55nm以下程度とした磁気テープの概略図を示す。

【0012】

図1Aに示すように、磁性層3の膜厚を200nm程度とした場合には、その中の磁性微粒子3aは相対的に充分小さく、湾曲したカラム構造に含まれる磁性微粒子3aの配列方向は、図1Bに示すように全体として連続的であるとみなすことができる。

しかしながら、図2Aに示すように磁性層3の膜厚が55nm以下程度になると、磁性微粒子3aのそれぞれの配向性が、湾曲したカラム構造に追従できなくなり、図2Bに示すように、その配向方向は離散的になってしまい、磁性層3の配向性が劣化するという問題があった。

【0013】

上述したような問題点は、磁気記録媒体に対する再生用磁気ヘッドとしてMRヘッドに代わり、より再生感度が高く、高周波用として高密度記録に好適である巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッド（GMRヘッド）を適用した場合に、磁性層の膜厚をより薄層化する必要があるため、さらに深刻な問題となる。

【0014】

そこで本発明においては上述した問題に鑑みて、特に薄層化した磁性層を有する磁気記録媒体の磁性層を構成する磁性微粒子の配向性の向上についての検討を行い、高記録密度に対応した磁気記録媒体を提供することとした。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明の磁気記録媒体は、長尺状の非磁性支持体の一主面に、真空薄膜形成技術によって形成された膜厚55nm以下の磁性層を有する磁気記録媒体であって、磁気抵抗効果型磁気ヘッド若しくは巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッドを摺動する

ことにより信号の再生が行われるものであるとし、磁性層の長手方向断面カラム構造における磁性微粒子の成長方向の、非磁性支持体の長手方向に対する法線との為す角度を θ とし、磁性層初期成長部分における平均角度を θ_i とし、磁性層成長終端部分における平均角度を θ_f としたとき、下記の関係を有するものとする。

$$\theta_i - \theta_f \leq 25^\circ$$

【0016】

本発明によれば、磁気記録媒体の磁性層を構成する磁性微粒子の配向性を磁性微粒子の成長方向の角度に着目して改善させたことにより、電磁変換特性の向上を図ることができる。これにより例えばテープストリーマー用途を始めとした各種磁気記録テープシステムに適用する高記録密度の磁気記録媒体を提供することが可能となる。

【0017】

また、本発明の磁気記録媒体においては、磁性層を構成する磁性微粒子の配向性を改善させ、電磁変換特性の向上を図ることができるので、MRヘッド若しくはGMRヘッドの高再生感度に対応して極めて有利なものとすることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

本発明の磁気記録媒体の具体的な実施形態について説明するが、本発明は以下の例に限定されるものではない。

本発明の磁気記録媒体10の一例の概略断面図を図3に示す。

磁気記録媒体10は、長尺状の非磁性支持体1上に、下地層2、磁性層3、および保護層4が順次形成されてなる構成を有している。

なお、保護層4上に所定の潤滑剤によって潤滑剤層5を形成してもよく、磁性層3形成面側とは反対側にバックコート層を形成してもよい。

【0019】

非磁性支持体1としては、従来の磁気テープにおいて用いられている公知の材料をいずれも適用できる。例えばポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）等のポリエステル類、ポリエチレン、ポリプロ

ピレン等のポリオレフィン類、セルローストリアセテート等のセルロース誘導体、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド等のプラスチック類等が挙げられる。

【 0 0 2 0 】

最終的に得られる磁気記録媒体 1 0 の耐久性や走行性、および磁気テープ成膜時のハンドリングを向上させるために、バインダー樹脂、フィラー及び界面活性剤等を含有する塗料により下地層 2 を形成して表面に微細な凹凸を付加したり、機械的な強度を高めたりしてもよい。

この下地層 2 を形成するバインダー樹脂としては、例えば水性ポリエステル樹脂、水性アクリル樹脂、水性ポリウレタン樹脂等が挙げられる。フィラーとしては、耐熱性ポリマーからなる粒子、二酸化珪素、炭酸カルシウム等の粒子が挙げられる。

下地層 2 を構成するフィラーの平均粒径は、 $5 \sim 30 \text{ nm}$ 、フィラーによって形成される表面突起の密度は $50 \text{ 万} \sim 3000 \text{ 万個} / \text{mm}^2$ 程度とすることが好ましく、これにより最終的に得られる磁気記録媒体 1 0 は、より良好な走行耐久性と電磁変換特性を実現することができるようになる。

【 0 0 2 1 】

上述した方法の他、リソグラフィー技術によって非磁性支持体 1 上に人工的に凹凸を形成したり、メッキや真空薄膜形成技術によって金属、無機化合物または有機高分子によって島状構造を形成する方法を用いて表面に微小突起を形成してもよい。

【 0 0 2 2 】

磁性層 3 は、真空下で強磁性金属材料を加熱蒸発させて被着させる真空蒸着法によって形成する。

長尺状の非磁性支持体 1 を長手方向に走行させ、走行する非磁性支持体 1 の一面側に磁性微粒子を堆積させて磁性層を形成する斜方蒸着の製法は、成膜性が良好で、生産性が高く、操作も容易であるという利点を有している。

【 0 0 2 3 】

上記磁性層 3 を形成する真空蒸着装置としては、図 4 に示すような連続巻き取

り式の真空蒸着装置 4 0 を適用することができる。

この真空蒸着装置 4 0 においては、いわゆる斜方蒸着用として構成され、内部が例えば 1×10^{-3} Pa 程度の真空にされた真空室 4 1 内に、例えば -20°C 程度に冷却され、図中矢印 A で示す方向に回転する冷却キャン 4 2 と、これに対向するように強磁性金属薄膜用の蒸着源 4 3 が配置されている。

【 0 0 2 4 】

この真空蒸着装置 4 0 においては、真空室 4 1 内に、図中の供給ロール 4 4 と、巻き取りロール 4 5 も配設されており、下地層 2 が形成された後の非磁性支持体 1 は供給ロール 4 4 から図中矢印 B で示す方向に繰り出され、冷却キャン 4 2 の周面に沿って走行した後、巻き取りロール 4 5 に巻き取られる。

【 0 0 2 5 】

なお、供給ロール 4 4 と冷却キャン 4 2 との間、及び冷却キャン 4 2 と巻き取りロール 4 5 との間にはそれぞれガイドローラー 4 7、4 8 が配置され、供給ロール 4 4 から冷却キャン 4 2、及びこの冷却キャン 4 2 から巻き取りロール 4 5 に従って走行する非磁性支持体 1 に所定のテンションをかけ、非磁性支持体 1 が円滑に走行するようになされている。

【 0 0 2 6 】

蒸着源 4 3 は坩堝等の容器に Co 等の強磁性金属材料が収容されたものであり、この真空蒸着装置 4 0 においては、この蒸着源 4 3 の強磁性金属材料を加熱、蒸発させるための電子ビーム発生源 4 9 も配設されている。すなわち、電子ビーム発生源 4 9 から電子ビーム 5 0 を蒸着源 4 3 の強磁性金属材料に加速照射してこれを図中矢印 C で示すように加熱し、蒸発させる。すると強磁性金属材料は蒸着源 4 3 と対向する冷却キャン 4 2 の周面に沿って走行する非磁性支持体 1 上に被着し、強磁性金属薄膜が形成される。

【 0 0 2 7 】

なお、真空蒸着装置 4 0 においては、蒸着源 4 3 と冷却キャン 4 2 との間に第 1 のシャッタ 5 1、および第 2 のシャッタ 5 2 が設けられている。第 1 のシャッタ 5 1 は走行する非磁性支持体 1 の前段側に位置し、第 2 のシャッタ 5 2 は走行する非磁性支持体 1 の後段側に位置する。これら第 1 のシャッタ 5 1 および第 2

のシャッタ 5 2 は冷却キャン 4 2 の周面に沿って走行する非磁性支持体 1 のうちの所定領域のみを外方に露出させている。

【 0 0 2 8 】

さらに、このような強磁性金属薄膜の蒸着に際し、図示しない酸素ガス導入口を介して非磁性支持体 1 の表面近傍に酸素ガスを供給し、これによって強磁性金属薄膜の磁性特性、耐久性及び耐候性の向上が図られるようにすることが好ましい。また、蒸着源を加熱するためには、上述のような電子ビームによる加熱手段の他、例えば抵抗加熱手段、高周波加熱手段、レーザ加熱手段等の公知の手段を使用できる。

【 0 0 2 9 】

このように構成された真空蒸着装置 4 0 においては、蒸着源 4 3 から強磁性金属材料を蒸発させるとともに冷却キャン 4 2 の周面に非磁性支持体 1 を走行させる。蒸発した強磁性金属材料は、第 1 のシャッタ 5 1 および第 2 のシャッタ 5 2 の間から外方に露出した部分のみに堆積することとなる。

ここで第 1 のシャッタ 5 1 は、走行する非磁性支持体 1 の前段側に配設されて、蒸発する金属磁性材料のうち最大入射角 α_i を規定する。一方第 2 のシャッタ 5 2 は、走行する非磁性支持体 1 の後段側に配設されて、蒸発する金属磁性材料のうち最小入射角 α_f を規定する。ここで入射角とは、蒸発した強磁性金属材料が非磁性支持体 1 上に入射する方向と非磁性支持体 1 の強磁性金属が入射した位置における非磁性支持体の法線とがなす角度を意味する。

【 0 0 3 0 】

また、この真空蒸着装置 4 0 は、第 1 のシャッタ 5 1 側から第 2 のシャッタ 5 2 側に向かって非磁性支持体 1 を走行させるため、蒸発した強磁性金属材料は、先ず第 1 のシャッタ 5 1 側の非磁性支持体 1 上に堆積する。そして第 1 のシャッタ 5 1 側から第 2 のシャッタ 5 2 側に向かって非磁性支持体 1 が走行するに連れて、蒸発した強磁性金属材料が順次堆積することとなる。

このため、強磁性金属材料は先ず最大入射角で非磁性支持体 1 上に堆積することとなり、最終的に最小入射角で堆積し終わることとなる。

【 0 0 3 1 】

上述した成膜方法によって磁性微粒子の入射角度を制限して形成した磁性層 3 の長手方向断面のカラム構造においては、入射方向のタンジェントルールに従った方向で磁性微粒子が成長することが知られている。そのため、実際にカラム成長する角度は、磁性微粒子の入射角度と異なるものの、上記最大入射角 α_i と最小入射角 α_f との差分より広くなることはないことが判っている。

【 0 0 3 2 】

従って、図 5 に示す磁性層長手方向断面のカラム構造の模式図において、図中矢印 A と法線 L との成す角度すなわち磁性層初期成長部分における角度 θ_i と、図中矢印 B と法線 L との成す角度すなわち磁性層成長終端部分における角度 θ_f とで、 $\theta_i - \theta_f \leq 25^\circ$ となるように成膜するためには、上記最大入射角 α_i と上記最小入射角 α_f とで、少なくとも $\alpha_i - \alpha_f \leq 25^\circ$ となるように成膜範囲を制限する必要がある。

【 0 0 3 3 】

また、本発明の磁気記録媒体は、MRヘッドやGMRヘッドを有する記録再生装置に適用するものであって、ノイズの低減化を図り、C/Nの向上を図るために、磁性層 3 は極めて薄層に形成することが望ましく、特に 5 ~ 55 nm とすることが好適である。磁性層 3 が 5 nm 未満の場合、例えば高感度の GMR ヘッドを用いても十分に再生出力が得られないことがあり、55 nm よりも厚く形成すると、MRヘッド若しくはGMRヘッドを適用した場合に所望の記録密度を達成できないことがある。

【 0 0 3 4 】

磁性層 3 を形成する強磁性金属材料としては、この種の磁気記録媒体の作製に通常用いられる従来公知の金属材料や磁性合金をいずれも適用可能である。

例えば、Co、Ni 等の強磁性金属、Co-Ni 系合金、Co-Fe 系合金、Co-Ni-Fe 系合金、Co-Cr 系合金、Co-Pt 系合金、Co-Pt-B 系合金、Co-Cr-Ta 系合金、Co-Cr-Pt-Ta 系合金等の各種材料、あるいはこれらの材料を酸素雰囲気中で成膜し、膜中に酸素を含有させたもの、またはこれらの材料に一種または二種以上のその他の元素を含有させたものが挙げられる。

【 0 0 3 5 】

本発明の磁気記録媒体 1 0 においては、上記磁性層 3 と非磁性支持体 1 との間に下地層 2 の他にも、磁性層 3 の結晶粒子の微細化と配向性向上を目的として真空薄膜形成技術を用いて中間層（図示せず）を形成してもよい。

真空薄膜形成技術としては、真空下で所定の材料を加熱蒸発させて被処理体に被着させる真空蒸着法、所定の材料の蒸発を放電中で行うイオンプレーティング法、およびアルゴンを主成分とする雰囲気中でグロー放電を起こし、生じたアルゴンイオンでターゲットの表面原子をたたき出すスパッタリング法等のいわゆる物理的成膜法（PVD法）等が挙げられる。

中間層を構成する材料としては、Co、Cu、Ni、Fe、Zr、Pt、Au、Ta、W、Ag、Al、Mn、Cr、Ti、V、Nb、Mo、Ru等の金属材料の他、これらの任意の2種類以上を組み合わせた合金、またはこれらの金属材料と酸素や窒素との化合物、酸化ケイ素、窒化ケイ素、ITO（indium tin oxide）、 In_2O_3 、 ZrO 等の化合物、カーボン、ダイヤモンドライクカーボン等が挙げられる。

【 0 0 3 6 】

上記磁性層 3 上には、良好な走行耐久性および耐食性を確保するためにダイヤモンドライクカーボン等からなる保護層 4 が形成されることが望ましい。

保護層 4 は、例えばプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 連続膜形成装置を用いて、CVD法によって形成することができる。

CVD方式としては、メッシュ電極DCプラズマ方式、電子ビーム励起プラズマソース方式、冷陰極イオンソース方式、イオン化蒸着方式、触媒CVD方式等の従来公知の方式をいずれも使用することができる。

CVD方式に使用する炭素化合物としては、炭化水素系、ケトン系、アルコール系等の従来公知の材料をいずれも使用することができる。また、プラズマ生成時には、炭素化合物の分化を促進するためのガスとして、Ar、 H_2 等が導入されていてもよい。

【 0 0 3 7 】

上記保護層 4 上には、走行性を良好ならしめるために、例えば任意のパーフル

オロポリエーテル系の潤滑剤を塗布して潤滑剤層 5 を形成してもよい。

また、磁性層 3 形成面側とは反対側には、走行性の向上や帯電防止等を目的としてバックコート層 6 を形成する。

バックコート層 6 は膜厚 0. 2 ~ 0. 7 μ m 程度であることが好適である。バックコート層 6 は、例えば無機顔料等の固体粒子を結合剤中に分散させ、結合剤の種類に応じた有機溶剤とともに混練してバックコート層用塗料を調整し、これを非磁性支持体 1 の裏面側に塗布して形成される。

さらにバックコート層 6 の表面にも所定の潤滑剤を塗布することが望ましい。

【 0 0 3 8 】

上述のようにして作製される本発明の磁気記録媒体 1 0 は、MR ヘッドを用いたヘリカルスキャン磁気記録システム用の磁気記録媒体として好適である。

ここでMRヘッドとは、磁気記録媒体からの信号を磁気抵抗効果を利用して検出する再生専用の磁気ヘッドである。

一般にMRヘッドとは、電磁誘導を利用して記録再生を行うインダクティブ型磁気ヘッドよりも感度が高く再生出力が大きいので、高密度記録の磁気記録媒体に好適である。

【 0 0 3 9 】

MRヘッドは、例えばNi-Zn多結晶フェライトのような軟磁性材料からなる一対の磁気シールドに絶縁体を介して挟持された略矩形状のMR素子部を備えるものである。なおMR素子部の両端からは、一対の端子が導出されており、これらの端子を介してMR素子部にセンス電流を供給できるようになされている。

【 0 0 4 0 】

MRヘッドを用いて磁気記録媒体からの信号を再生する際には、磁気記録媒体にMR素子部を摺動させる。そしてこの状態でMR素子部の両端に接続された端子を介して、MR素子部にセンス電流を供給し、当該センス電流の電圧変化を検出する。磁気記録媒体にMR素子部を摺動させた状態でMR素子部にセンス電流を供給すると磁気記録媒体からの磁界に応じて、MR素子部の磁化方向が変化し、MR素子部に供給されたセンス電流と磁化方向との相対角度が変化する。そして、MR素子部の磁化方向とセンス電流の方向とがなす相対角度に依存して抵抗

値が変化する。このため、MR素子部に供給するセンス電流の値を一定にすることにより、センス電流に電圧変化が生じることになる。そこでこのセンス電流の電圧変化を検出することにより、磁気記録媒体からの信号磁界が検出され、磁気記録媒体に記録されている信号が再生される。

【0041】

なお、再生用磁気ヘッドとしては、いわゆる巨大磁気抵抗効果方磁気ヘッド（GMRヘッド）も適用可能である。

MR素子にバイアス磁界を印加する手法は、SALバイアス方式の他、例えば永久磁石バイアス方式、シャント電流バイアス方式、自己バイアス方式、交換バイアス方式、バーバーポール方式、分割素子方式、サーボバイアス方式等、種々の手法が適用可能である。なお、巨大磁気抵抗効果素子や各種バイアス方式については、例えば丸善株式会社発行の「磁気抵抗ヘッドー基礎と応用 林和彦 訳」に詳細に記載されている。

【0042】

【実施例】

以下、本発明の磁気記録媒体の具体的な実施例について、実験結果に基づいて説明する。

〔実施例1〕

非磁性支持体1として、膜厚 $6.3\mu\text{m}$ 、幅 150mm のポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムを用意した。

この非磁性支持体1の磁性層形成面側に膜厚 5nm の下地層2を形成した。下地層2は、アクリルエステルを主成分とする水溶性ラテックスに直径が 10nm のシリカ粒子を分散させた塗料を非磁性支持体1上に、密度が $1\times 10^7\text{個}/\text{m}^2$ 程度となるように塗布して形成した。

次に、下地層2上にダイヤモンドライクカーボンからなる中間層を、プラズマCVD法によって膜厚 3nm に形成した。

【0043】

次に図4に示した真空蒸着装置40を用いて磁性層3を形成した。

原料である金属磁性材料をCoとし、酸素ガス導入管から酸素を 6.0×10

$-4\text{ m}^3/\text{min}$ 導入し、電子ビーム発生源 4 9 から電子ビーム 5 0 を照射して加熱し、反応性真空蒸着により、C o - C o O 系磁性層を 5 0 n m の膜厚に形成した。このとき、第 1 のシャッタ 5 1 および第 2 のシャッタ 5 2 により、C o 蒸着粒子の最小入射角度を 45° 、最大入射角度を 70° に調整した。

【0 0 4 4】

次に、上述のようにして形成した磁性層 3 上に、ダイヤモンドライクカーボン膜よりなる保護層 4 をプラズマ C V D 法によって膜厚 1 0 n m に形成した。

保護層 4 上にパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を塗布して膜厚 2 n m の潤滑剤層 5 を形成した。

また、磁性層形成面側とは反対側の主面に、平均粒径 2 0 n m のカーボン粒子とウレタン樹脂からなる塗料をダイレクトグラビア法による塗布装置を用いて塗布し、膜厚 0. 5 μm のバックコート層 6 を形成し、目的とする磁気記録媒体 1 0 の原反を得た。

さらに原反を 8 m m 幅に裁断してサンプルの磁気テープを得た。

【0 0 4 5】

次に、上述した磁気記録媒体の作製条件のうち、所定の条件を下記のようにし、実施例 2、実施例 3、比較例 1 ～ 比較例 5 のサンプルの磁気テープを作製した。

【0 0 4 6】

〔実施例 2〕

磁性層 3 の膜厚を 3 0 n m とし、C o 蒸着粒子の最小入射角を 40° 、最大入射角を 60° に調整し、その他の条件は実施例 1 と同様にして磁気テープを作製した。

〔実施例 3〕

磁性層 3 の膜厚を 4 0 n m とし、C o 蒸着粒子の最小入射角を 65° 、最大入射角を 90° に調整し、その他の条件は実施例 1 と同様にして磁気テープを作製した。

【0 0 4 7】

〔比較例 1〕

磁性層 3 の膜厚を 5 0 n m とし、C o 蒸着粒子の最小入射角を 4 0 ° 、最大入射角を 7 0 ° に調整し、その他の条件は実施例 1 と同様にして磁気テープを作製した。

〔比較例 2〕

磁性層 3 の膜厚を 5 0 n m とし、C o 蒸着粒子の最小入射角を 4 5 ° 、最大入射角を 7 5 ° に調整し、その他の条件は実施例 1 と同様にして磁気テープを作製した。

〔比較例 3〕

磁性層 3 の膜厚を 3 0 n m とし、C o 蒸着粒子の最小入射角を 4 0 ° 、最大入射角を 7 0 ° に調整し、その他の条件は実施例 2 と同様にして磁気テープを作製した。

〔比較例 4〕

磁性層 3 の膜厚を 4 0 n m とし、C o 蒸着粒子の最小入射角を 4 5 ° 、最大入射角を 9 0 ° に調整し、その他の条件は実施例 3 と同様にして磁気テープを作製した。

〔比較例 5〕

磁性層 3 の膜厚を 5 7 n m とし、C o 蒸着粒子の最小入射角を 4 5 ° 、最大入射角を 7 0 ° に調整し、その他の条件は実施例 1 と同様にして磁気テープを作製した。

【 0 0 4 8 】

上述のようにして作製した各サンプル磁気テープに対して、以下に示す方法を用いて長手断面方向のカラム構造観察、および電磁変換特性の評価を行った。

【 0 0 4 9 】

具体的には、磁性層の長手断面方向のカラム構造は、透過型電子顕微鏡を用いて観察した。観察用のサンプルは、ウルトラミクロトームを用いた超薄切片法で作製し、磁性層長手方向にスライスして試料厚さが 3 0 n m となるように作製した。

【 0 0 5 0 】

上述のようにして作製したサンプルについて、電磁変換特性の評価を行った。

記録ヘッドはギャップ長 $0.22\mu\text{m}$ 、トラック幅 $20\mu\text{m}$ のMIGヘッドを使用した。電磁変換特性の測定は、MIGヘッドで記録波長 $0.3\mu\text{m}$ にて記録し、トラック幅 $5\mu\text{m}$ のNiFeMRヘッドを用いて再生することにより測定し、キャリア出力と媒体ノイズの比(CNR)についての評価を行った。なお、磁気テープとMRヘッドとの相対速度は 7m/sec とした。

【0051】

各サンプル磁気テープの磁性層膜厚、磁性層形成における磁性粒子の入射角度(最大入射角度 α_i 、最小入射角度 α_f)、磁性層長手方向カラム構造(初期成長部分の角度 θ_i 、成長終端部分の角度 θ_f)を下記表1に示し、 $\theta_i - \theta_f$ の値、および電磁変換特性(CNR)の評価結果を下記表2に示す。

【0052】

【表1】

	磁性層膜厚	磁性粒子の非磁性支持体 への入射角度		磁性層長手方向カラム構造	
		最大入射 角度 α_i	最小入射 角度 α_f	初期成長部分 角度 θ_i	成長終端部分 角度 θ_f
実施例1	50nm	70°	45°	54°	29°
実施例2	30nm	60°	40°	44°	25°
実施例3	40nm	90°	65°	70°	50°
比較例1	50nm	70°	40°	54°	27°
比較例2	50nm	75°	45°	63°	29°
比較例3	30nm	70°	40°	55°	26°
比較例4	40nm	90°	45°	70°	28°
比較例5	57nm	70°	45°	55°	30°

【0053】

【表 2】

	$\theta_i - \theta_f$	電磁変換特性
実施例 1	25°	—
実施例 2	19°	—
実施例 3	20°	—
比較例 1	27°	実施例 1 比 -0.5 dB
比較例 2	34°	実施例 1 比 -1.2 dB
比較例 3	29°	実施例 2 比 -0.8 dB
比較例 4	42°	実施例 3 比 -2.5 dB
比較例 5	25°	MR ヘッドが飽和

【0054】

上記表 1、表 2 から明らかなように、真空薄膜形成技術によって形成された膜厚 55 nm 以下の磁性層 3 を有し、磁性層 3 の長手方向断面カラム構造の、非磁性支持体 1 の法線方向と為す角度を θ とし、磁性層初期成長部分における角度を θ_i とし、磁性層成長終端部分における角度を θ_f としたとき、 $\theta_i - \theta_f \leq 25^\circ$ の関係を満たしているものとした実施例 1～実施例 3 の磁気テープは、いずれも上記比較例 1～比較例 5 の磁気テープに比較して良好な電磁変換特性を有していた。

【0055】

一方、磁性層 3 の膜厚を実施例 1 と共通とし、磁性層初期成長部分における角度 θ_i と、磁性層成長終端部分における角度 θ_f とが、 $\theta_i - \theta_f > 25^\circ$ である比較例 1、2 の磁気テープにおいては、上記実施例 1 のサンプル磁気テープに比較して電磁変換特性が劣化した。

【0056】

磁性層 3 の膜厚を実施例 2 と共通とし、磁性層初期成長部分における角度 θ_i と、磁性層成長終端部分における角度 θ_f とが、 $\theta_i - \theta_f > 25^\circ$ である比較例 3 の磁気テープにおいては、上記実施例 2 のサンプル磁気テープに比較して電磁変換特性が劣化した。

【0057】

磁性層 3 の膜厚を実施例 3 と共通とし、磁性層初期成長部分における角度 θ_i と、磁性層成長終端部分における角度 θ_f とが、 $\theta_i - \theta_f > 25^\circ$ である比較例 4 の磁気テープにおいては、上記実施例 3 のサンプル磁気テープに比較して電磁変換特性が劣化した。

【 0 0 5 8 】

比較例 5 のサンプル磁気テープは、MR ヘッドの出力が飽和し、正確な電磁変換特性の測定を行うことができなかった。

【 0 0 5 9 】

次に、図 4 に示した真空蒸着装置を用いて磁性層 3 の膜厚が 50 nm の磁気テープと 150 nm の磁気テープとを作製した。

このとき、磁性微粒子の最大入射角と最小入射角を制御することによって、磁性層初期成長部分における角度 θ_i と磁性層成長終端部分における角度 θ_f との差の値を変化させた複数のサンプルを作製した。

これらのサンプル磁気テープについて、電磁変換特性の測定を行い、 $\tan(\theta_i - \theta_f)$ の値と電磁変換特性（相対値）との関係について図 6 に示した。

【 0 0 6 0 】

図 6 に示すように、 $\tan(\theta_i - \theta_f)$ の値と電磁変換特性（相対値）とは因果関係が認められ、特に磁性層の膜厚が 50 nm の高密度記録型の磁気テープにおいては、 $\tan(\theta_i - \theta_f)$ の値が 0.4 ~ 0.6 の範囲で電磁変換特性の変化が見られた。

電磁変換特性の劣化の値を実用上問題の無い範囲として、-0.5 dB 程度に設定すると、これに相当する $\tan(\theta_i - \theta_f)$ の値は 0.47 程度となった。

すなわち、磁性層の膜厚が 50 nm の高密度記録型の磁気テープにおいては、 $\tan(\theta_i - \theta_f)$ の値が 0.47 以下つまり $\theta_i - \theta_f$ が 25° 以下となると、良好な電磁変換特性が得られることが明らかになった。

【 0 0 6 1 】

【発明の効果】

真空薄膜形成技術によって形成された膜厚 55 nm 以下の磁性層を有する磁気記録媒体において、非磁性支持体の長手方向断面カラム構造における磁性微粒子

の成長方向の、非磁性支持体の長手方向に対する法線との為す角度を θ とし、磁性層初期成長部分における平均角度を θ_i とし、磁性層成長終端部分における平均角度を θ_f としたとき、 $\theta_i - \theta_f \leq 25^\circ$ の関係を満たしているものとしたことにより、電磁変換特性の向上を図ることができた。したがって、例えばテープストリーマー用途を始めとした各種磁気テープシステムを用いての高記録密度の磁気記録媒体を提供することが可能となった。

【0062】

また、本発明においては、MRヘッドやGMRヘッドのような高再生感度の磁気ヘッドに好適な磁気記録媒体を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】

- A 磁性層の長手方向断面における磁性粒子のカラム構造の概略図を示す。
- B 磁性層膜厚方向における磁性微粒子の成長方向変化を模式的に示す。

【図2】

- A 磁性層の長手方向断面における磁性粒子のカラム構造の概略図を示す。
- B 磁性層膜厚方向における磁性微粒子の成長方向変化を模式的に示す。

【図3】

磁気記録媒体の概略構成図を示す。

【図4】

磁性層形成用の真空蒸着装置の概略構成図を示す。

【図5】

磁性層カラム構造における磁性層初期成長部分における角度 θ_i と、磁性層成長終端部分における角度 θ_f の概略図を示す。

【図6】

磁性層初期成長部分における角度 θ_i と磁性層成長終端部分における角度 θ_f との差のタンジェントと電磁変換特性（相対値）との関係を示す。

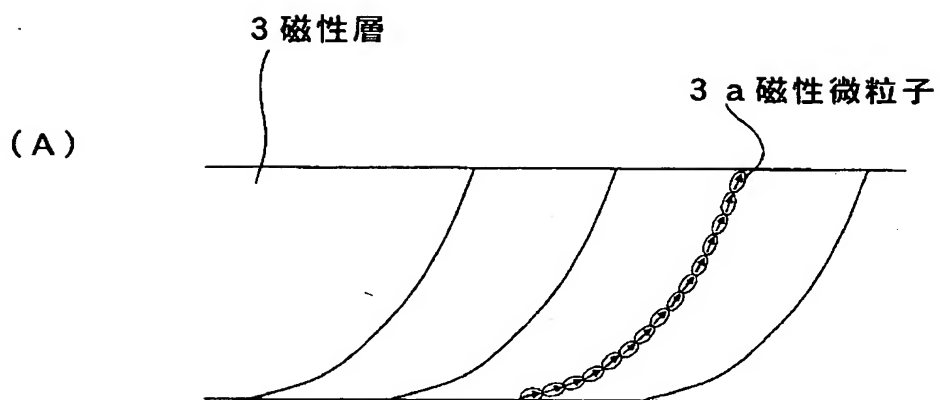
【符号の説明】

1 ……非磁性支持体、2 ……下地層、3 ……磁性層、3 a ……磁性微粒子、4 ……保護層、5 ……潤滑剤層、6 ……バックコート層、10 ……磁気記録媒体、4

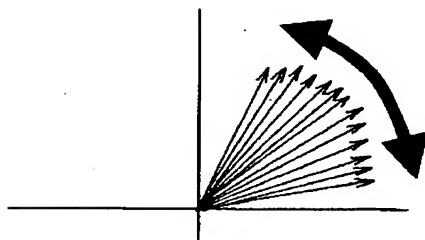
0 ……真空蒸着装置、4 1 ……真空室、4 2 ……冷却キャン、4 3 ……蒸着源、
4 4 ……供給ロール、4 5 ……巻き取りロール、4 9 ……電子ビーム発生源、5
0 ……電子ビーム、5 1 ……第1のシャッタ、5 2 ……第2のシャッタ

【書類名】 図面

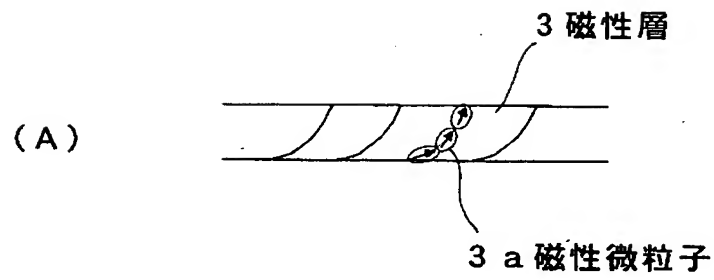
【図1】



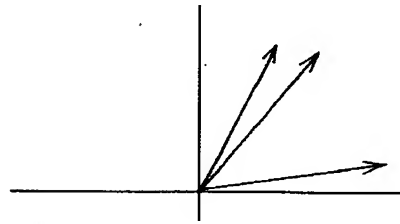
(B)



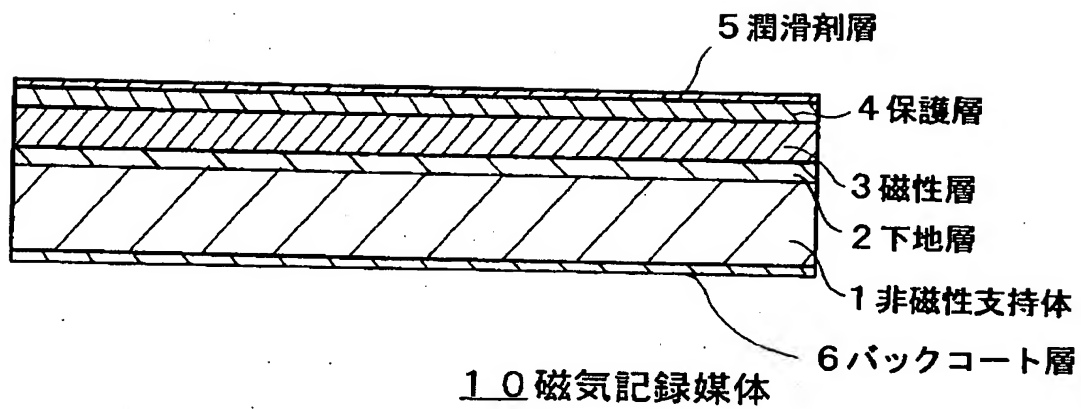
【図2】



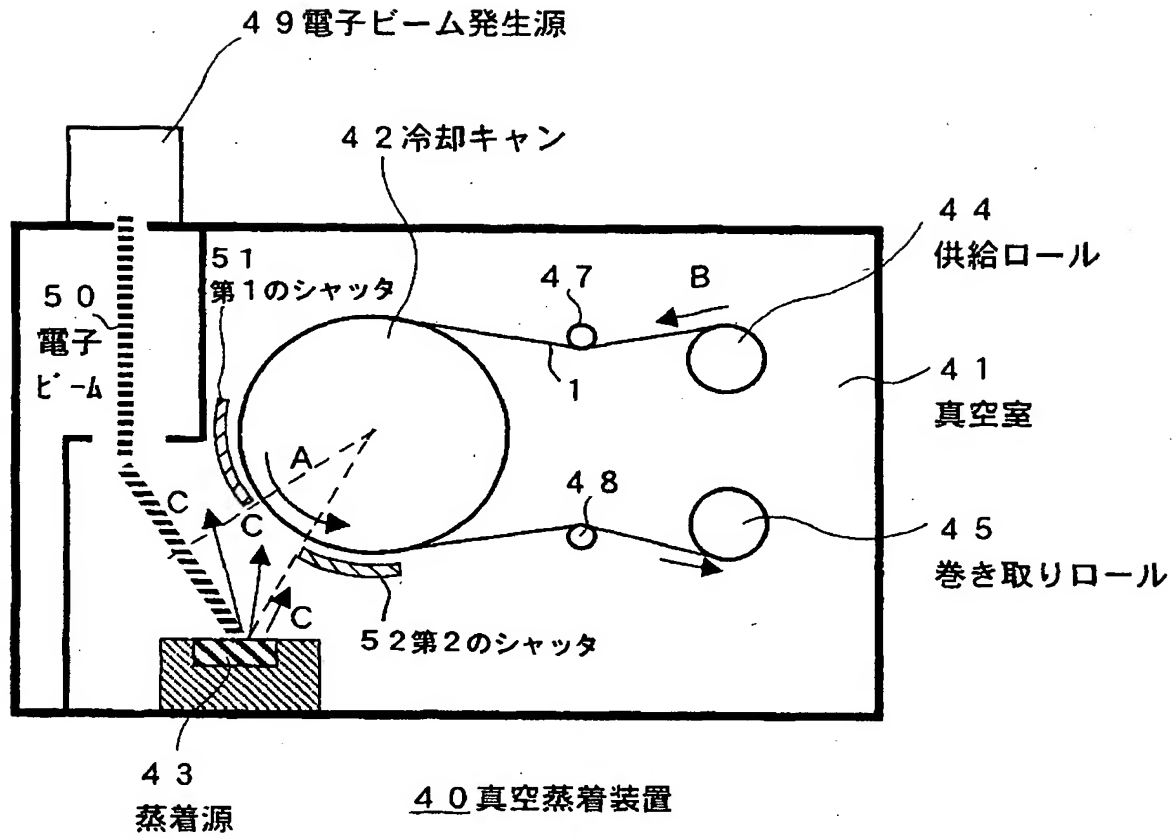
(B)



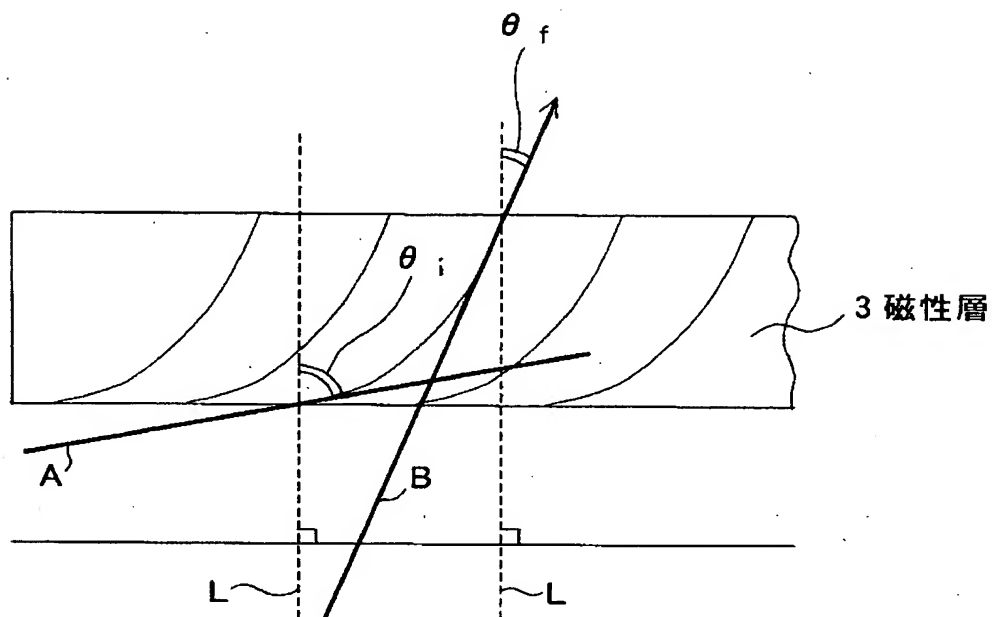
【図 3】



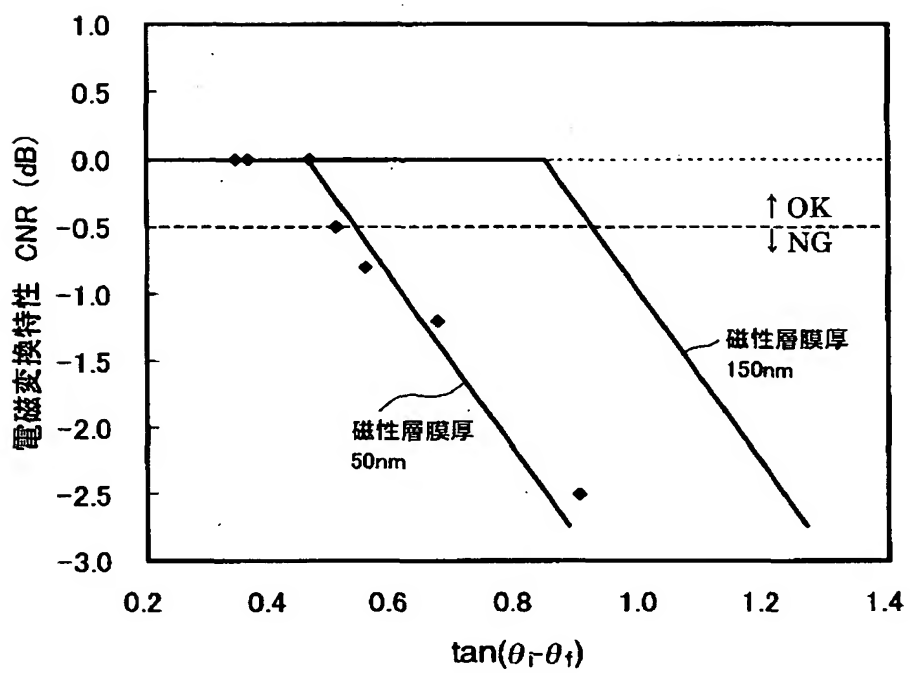
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電磁変換特性に優れた磁気記録媒体を得る。

【解決手段】 長尺状の非磁性支持体 1 の一主面に、真空薄膜形成技術によって形成された膜厚 5 5 n m 以下の磁性層 3 を有し、磁性層 3 の長手方向断面カラム構造における磁性微粒子 3 a の成長方向の、非磁性支持体 1 の長手方向に対する法線との為す角度を θ とし、磁性層初期成長部分における平均角度を θ_i とし、磁性層成長終端部分における平均角度を θ_f としたとき、下記の関係を有する磁気記録媒体 1 0 を提供する。

$$\theta_i - \theta_f \leq 25^\circ$$

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名	ソニー株式会社